



19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	455.182	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		19-1-77	

PATENTE DE INVENCION

455.182

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
650,178	19-1-76	Estados Unidos

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G05F	

54 TITULO DE LA INVENCION
MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE MAQUINADO POR ELECTROEROSION

71 SOLICITANTE (S)
COLT INDUSTRIES OPERATING CORP

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
P.O. Box 2227, Griffith Road Davidson, North Carolina 28036 U.S.A.

72 INVENTOR (ES)
Oliver A. Bell, Jr., nacionalidad estadounidense

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

Extracto de la descripción

Un sistema para controlar un aparato de maquinado por electroerosión en el cual existe un conmutador electrónico de salida conectado entre una fuente de energía y un espinterómetro para maquinado por electroerosión para proporcionar a éste pulsaciones de potencia de maquinado de períodos de contacto y separación del electrodo predeterminados. El sistema incluye además una fase limitadora de corriente para limitar la corriente máxima suministrada al espinterómetro en ciertas combinaciones críticas de las relaciones periodo de contacto-periodo de separación del electrodo de tal manera que se elimina sustancialmente la posibilidad de cortocircuitar el espinterómetro. Este sistema comprende también un computador programable accionable para recibir una pluralidad de lecturas de entrada de datos provistas por el operador y acumuladas en la memoria, que incluyen una para controlar la pulsación de periodo de contacto y la otra como señal limitadora de corriente para la fase de limitación correspondiente. El sistema incluye además una señal de referencia y una red de señales conectada al espinterómetro para proporcionar una re-alimentación de una señal de voltaje de intervalo de separación. Estas dos señales citadas son procesadas para facilitar una señal de control del periodo de separación del electrodo mediante la cual se regula convenientemente dicho periodo en respuesta a cambios operados en el voltaje del espinterómetro. El sistema comprende también un órgano para controlar de forma automática el sistema servo-alimentador del aparato respondiente a la señal del voltaje mencionado.

Referencia a una solicitud correspondiente

La solicitud básica estadounidense nº 650.178, es divi-

sional de la solicitud 475.573 depositada el 3 de Junio de 1974 para "Sistema y método de control por adaptamiento para maquinado por electroerosión".

Aspecto general y antecedentes de la invención

5 Se ha buscado durante largo tiempo un sistema completo para control por adaptación de maquinado por electroerosión. Se han ofrecido diversas formas de control por adaptación parcial en equipo comercial en las cuales, por ejemplo, puede controlarse uno de los parámetros del maquinado, como
10 por ejemplo la pulsación correspondiente de periodo de contacto y periodo de separación del electrodo, mediante una señal de realimentación procedente del espinterómetro. Un ejemplo de un circuito en el cual se ejercita el control del periodo de contacto-separación en respuesta a parámetros del voltaje del
15 espinterómetro se da a conocer y se describe en la patente de EE.UU. 3,705.969, de fecha 12 de Diciembre de 1972 para "Sistema de protección de corte para suministro de potencia de maquinado por electroerosión". Otras incorporaban sistemas en los cuales, por ejemplo, se limitaba la corriente máxima en un
20 sistema en el cual de acuerdo con la frecuencia y periodo de contacto preestablecidos se conectaban uno o varios elementos de resistencia en serie los cuales funcionaban para regular la magnitud de corriente máxima aplicada durante la operación de maquinado particular. Un ejemplo de un sistema de este tipo se muestra en la patente de EE.UU. 3,737.615 de fecha 5 de
25 Junio de 1973 para "Sistema de control de corriente y frecuencia para aparato de maquinado por electroerosión".

30 Un sistema de control por adaptación que funcione con precisión necesariamente toma varias lecturas de entrada de datos, ya sean a partir de una lectura manual efectuada por el operador de la máquina desde un teclado, conmutador ma-

nual de aletas, o a partir de una tarjeta perforada codificada, cinta magnética, o cualquier otro vehículo de información y órgano de lectura conocidos y en la actualidad comercialmente en uso. Es importante que estas lecturas de entrada sean
5 de al menos dos tipos, que incluyan uno para seleccionar el acabado de superficie y otro para seleccionar el índice de desgaste. Estas dos lecturas de entrada se hallan relacionadas con el tiempo de contacto de la pulsación particular que es deseable para cualesquiera combinaciones de material seleccionadas en la disposición del electrodo y de la pieza a soldar por resistencia. Las lecturas de entrada pueden ser inscritas manualmente por el operador en un dispositivo correspondiente de control como resultado de su propia experiencia en anteriores operaciones de maquinado por electroerosión que
10 él personalmente haya llevado a cabo o, alternativamente, puede ser el resultado de un número relativamente grande de operaciones de maquinado anteriores en las cuales se hayan acumulado datos empíricos en un registro de memoria relativo al acabado de superficie, índice de desgaste y correspondientes periodos de contacto más apropiados para un gran número de diferentes combinaciones de pieza a soldar por resistencia y electrodo.
15
20

En el sistema controlado de registro de memoria de la presente invención, estos datos se hallan contenidos en un programa operativo básico y son utilizables sobre demanda para
25 proporcionar directamente una entrada de señal selectiva de datos para el computador programable, que a su vez seleccionará y controlará los parámetros apropiados para el funcionamiento del multivibrador de tipo numérico, el cual controla a su vez el periodo de contacto-separación o el tiempo de desconexión
30

del conmutador o conmutadores electrónico(s) de salida del sistema.

Se comprenderá en el curso de esta memoria descriptiva que cuando se hace referencia a un "conmutador electrónico" se quiere dar a entender cualquier dispositivo de control electrónico provisto de tres o más electrodos que comprenda al menos dos electrodos principales o conductores de energía que actúen para controlar el flujo de corriente en el circuito respectivo, siendo regulada la conductividad entre los electrodos principales por un electrodo de control dispuesto dentro del conmutador, mediante el cual se controla estática o eléctricamente la conductividad del circuito de energía sin que se produzca ningún movimiento de los elementos mecánicos contenidos en el interior del conmutador. Incluidos en la definición se encuentran transistores en los cuales se realiza la conexión mediante un voltaje de control aplicado al electrodo de control del transistor y en los cuales se efectúa la desconexión automáticamente en respuesta a la retirada de dicho voltaje de control. Asimismo incluidos en la definición se encuentran dispositivos del tipo de paso en los cuales se realiza la conexión por medio de un voltaje de control aplicado al electrodo correspondiente, cuyo voltaje regulador puede retirarse luego y en los cuales se efectúa la desconexión mediante aplicación de un voltaje regulador subsiguiente al electrodo de control. Una clase adicional de conmutadores electrónicos, denominada "dispositivos excitadores electrónicos", enmarca en esta definición y comprende ignitrones, triatrones, rectificadores semi-conductores controlados y similares. Por "dispositivo excitador electrónico" se pretende dar a entender cualquier conmutador electrónico del tipo que es "activado" en su electrodo de control

por medio de una pulsación y es "desactivado" mediante un voltaje inverso aplicado durante un periodo de tiempo suficiente a través de sus electrodos principales.

5 Se comprenderá que el presente sistema funcionará de modo efectivo solo si se incluye en el suministro de potencia de maquinado por electroerosión un generador de pulsaciones del tipo numéricamente controlado, que comprende con preferencia un contador y un sistema de control numérico tal como el tipo representado y descrito en la patente de EE.UU. No. 10 3,809.847 para "Método y aparato para maquinado por electroerosión", de fecha 7 de Mayo de 1974. En dicha patente se muestra un sistema mediante el cual el periodo de contacto y el periodo de separación del electrodo pueden ser señalados por el operador por separado en conmutadores manuales de aletas de 15 tipo decimal, cuyos conmutadores facilitan luego una indicación visual continuada de los tiempos de contacto-separación del electrodo en la operación de maquinado que está siendo llevada a cabo. Tal generador de pulsaciones de tipo numérico es particularmente idóneo para su incorporación en el sistema de la presente invención. 20

Breve descripción de la invención

La presente invención incluye pues además una provisión para señales de realimentación representativas de corriente o voltaje del espinterómetro, cuyas señales se utilizan también en la fase del computador programable del sistema para 25 influenciar y controlar el periodo de separación del electrodo y otros parámetros de la operación de maquinado.

En el sistema, es además deseable que el mecanismo de servo-control, que regula el movimiento relativo de la herramienta-electrodo con respecto a la pieza a soldar por resisten- 30

cia, se haga asimismo que responda con prontitud a las condiciones variables del espinterómetro compensando por ende las condiciones de cortocircuito correspondientes u otras que precedan a dicho cortocircuito en las cuales el espinterómetro
5 está siendo cubierto por partículas no retiradas o contaminantes. A este respecto, el sistema incluye una red sensora del voltaje del espinterómetro que responde al voltaje referido y hace pasar una señal correspondiente a través de un convertidor de información analógica a información numérica, que a su
10 vez sirve a modo de una lectura de entrada apropiada para ser manipulada por el computador programable. El sistema de servocontrol es después alimentado con una señal de salida que es convertida a través de una sección de convertidor apropiado de información numérica a información analógica para finalmente
15 proporcionar una señal de control a la válvula del servosistema que después controla la alimentación ascendente o alimentación descendente de este último.

Otro factor importante manejado por el sistema de control por adaptación según la presente invención es el sistema limitador de corriente en el cual, según un límite superior predeterminado, se proporciona una corriente de punta máxima para cada combinación diferente de frecuencia y tiempo de contacto-separación de tal manera que se ayuda a prevenir la formación de arco de C.C. o cortocircuito del espinterómetro
20 cuando los parámetros seleccionados pudieran alcanzar un límite peligroso.

Por tanto, se observará que la presente invención proporciona un sistema de control por adaptación para maquinado por electroerosión el cual, tras el establecimiento inicial
30 de las condiciones deseadas, mantiene los parámetros del sistema

dentro de límites razonables y seguros para llevar a cabo la operación deseada por parte del operador. El computador programable y algunas de sus piezas constituyen un elemento importante del sistema y proporcionan una capacidad matemática y una lógica en la adopción de decisiones.

Breve descripción de los planos

La presente invención, sus características funcionales y sus ventajas y objetivos, se comprenderán a partir de la siguiente descripción, tomada conjuntamente con los planos, en los cuales:

la fig. 1 es una representación diagramática y esquemática de fases combinadas de la invención;

la fig. 2 es un esquema que muestra la relación entre el nivel de voltaje del espinterómetro y el periodo de separación de pulsaciones apropiado;

la fig. 3 es un esquema de formas de onda de pulsaciones que ilustra el funcionamiento del aparato; y

la fig. 4 es una representación diagramática de fases del computador programable y sus piezas funcionales básicas.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

La fig. 1 muestra las partes básicas de un sistema de control por adaptación para maquinado por electroerosión en el cual se utilizan una pluralidad de circuitos de energía 10 y 10a para suministrar pulsaciones de potencia de maquinado a uno o varios espinterómetros de maquinado por electroerosión. Cada espinterómetro normalmente comprende una herramienta-electrodo 12 y una pieza a soldar por resistencia 14 a la cual se suministran pulsaciones de potencia de maquinado por parte de los circuitos de energía 10. En cada caso los circuitos de energía 10 incluyen uno o varios transistores u

otros conmutadores electrónicos convenientemente conectados entre una fuente de energía de C.C. y el espinterómetro, recibiendo los conmutadores dispuestos en el circuito de energía pulsaciones de excitación para conectarlos y desconectarlos y de este modo controlar el periodo de intervalos de las pulsaciones de potencia de maquinado suministradas al espinterómetro. En interés de brevedad y simplificación, no se repite en esta solicitud el detalle de los circuitos de energía. Una representación simplificada de uno de tales circuitos de energía se ilustra y describe con respecto a la fig. 1 de la patente de EE.UU. 3,737.615. Se comprenderá que para ciertas combinaciones de electrodo y pieza a soldar por resistencia, tal como por ejemplo una en la cual se utilice grafito como herramienta-electrodo, la polaridad de la herramienta-electrodo 12 será positiva con relación a la pieza de trabajo 14. Esto representa lo contrario de la polaridad de maquinado normal con la herramienta-electrodo 12 negativa y la pieza a soldar por resistencia 14 positiva.

Un sistema de limitación de corriente 16 se halla conectado en posición intermedia entre la corriente de salida de los circuitos de energía y el espinterómetro para proporcionar un límite en la magnitud de la corriente máxima de maquinado, cuyo límite es en cada caso función de la frecuencia particular, o sea la combinación de periodos de contacto y de separación en los cuales se lleva a cabo la operación de maquinado. El detalle de la construcción y una descripción completa del funcionamiento de tal sistema de limitación de corriente se halla asimismo contenido en la citada patente de EE.UU. 3,737.615, y el contenido de la memoria descriptiva de dicha patente se incorpora como referencia en esta solicitud.

Según se muestra en la fig. 1, se generan pulsaciones de activación a través de un multivibrador numérico que incluye un generador en periodo de contacto 18 y un generador en periodo de separación 20 por separado, y las pulsaciones de activación son convenientemente conformadas y ampliadas, por lo común a través de una o varias fases de impulso intermedias, hasta que se utilizan finalmente para conectar y desconectar los conmutadores en los circuitos de energía 10 y 10a con los periodos de contacto y separación necesarios. El multivibrador numérico, con su generador en periodo de contacto 18 y su generador en periodo de separación 20 incorporados, puede ser con preferencia del tipo que se representa y describe en detalle en la patente de EE.UU. 3,809.847, en particular en las figs. 4 y 5 correspondientes. En dicha patente, se da a conocer un sistema en el cual existen generadores en periodos de contacto -impulso y separación del electrodo por separado, cada uno de ellos controlado por un contador prefijable asociado por separado para control numérico de precisión de la sincronización exacta de las duraciones de los periodos de contacto y separación citados.

Con nueva referencia a la representación de la fig. 1, se proporciona además un dispositivo de lectura de entrada de control 22 y un computador programable 24. Todo el sistema recibe pulsaciones sincrónicas a partir de una fuente de crono y sincronización respectiva 26. Se comprenderá que el computador programable 24 se halla provisto de un equipo de instrucción definido que le confiere la facultad de facilitar funciones lógicas, de memoria y aritméticas y puede, a título de ejemplo, ser incorporado como un Microprocesador IMP-16C normalmente fabricado y vendido por National Semiconductor Corp. of Santa Clara, California. Tales microprocesadores, así como

muchos minicomputadores, pueden conseguirse fácilmente en el comercio y podrían ser utilizados por los expertos en las técnicas electrónica y de computadores. El computador programable 24 se describirá con mayor detalle en relación con la fig. 4 a continuación. La entrada al sistema y al computador programable 24 se efectúa a través de un dispositivo de lectura de entrada de control 22 accionado manualmente por el operador. La lectura de entrada del operador podría efectuarse típicamente por medio de un teclado respectivo, conmutadores manuales de aletas, cinta perforada, tarjetas perforadas, cinta magnética o similares, sobre cuyos medios inscribe el operador los datos de control deseados. La iniciación del ciclo de carga tendría lugar mediante el contacto de un pulsador iniciador del ciclo 28 previsto sobre la máquina herramienta. Al propio tiempo, el computador programable 24 acumularía las lecturas de entrada procedentes del operador y pasaría a una condición de cómputo matemático para determinar si son válidas las combinaciones que han sido inscritas en relación con tiempo de contacto-separación, límite de corriente y similares. Los valores de relación contacto-separación y de frecuencia máxima que se refieren a diversas graduaciones de límite de corriente también serían acumulados en el sistema. Estos valores acumulados serían retenidos en los archivos de memoria 37 del computador programable 24.

Al recibir una señal de entrada de iniciación del ciclo precedente del pulsador correspondiente 28, el computador programable 24 determinaría en primer lugar la frecuencia máxima recurriendo a un valor acumulado en el archivo de memoria 37 y comparando la graduación de límite de corriente con la efectuada por el operador. Se comprenderá que el periodo de

separación puede cambiarse en cualquier momento por cuanto después de cada servo y ciclo de interrupción será leído y comparado con el periodo de separación últimamente inscrito. Por otra parte, no pueden cambiarse a voluntad el periodo de contacto y el nivel de limitación de corriente una vez iniciado el ciclo de corte, pero pueden variarse accionando únicamente el pulsador de inscripción de datos 28a dispuesto en el suministro de energía aun cuando el corte se halle en progreso o interrumpiendo el ciclado de la máquina herramienta e iniciándolo de nuevo. El computador programable 24 determinará además si ha sido cambiada la polaridad preestablecida por el sistema de control correspondiente 30. Si la polaridad no ha sido cambiada, el computador programable 24 recomputará nuevos índices y proseguirá el corte con nuevos parámetros. Si la polaridad ha sido cambiada, el computador programable 24 interrumpirá el funcionamiento de la máquina, aguardará que descargue el suministro de energía de C.C., después cambiará la polaridad, recomputará nuevos valores, y proseguirá el corte. Los parámetros que pueden cambiarse a voluntad son el periodo de separación del electrodo y el voltaje del espinterómetro de referencia. Los parámetros que pueden cambiarse únicamente utilizando el pulsador de inscripción de datos 28a son periodo de contacto, limitación de corriente, valor del condensador y polaridad. Cada vez que se cambia cualquiera de estos últimos valores, debe efectuarse un cómputo de nuevos valores.

Se observará que resulta de este sistema una considerable ventaja por el hecho de que pueden cambiarse y controlarse los parámetros funcionales del sistema, tales como porcentaje de ciclo de trabajo, nueva frecuencia para limitación de corriente, y similares, sin cambiar piezas metálicas. Se mani-

pulan como funciones de piezas flexibles fácilmente controlables.

Asímismo incluidos en el sistema de control por adaptación se encuentran aquellos elementos que regulan la operación de servo-alimentación del electrodo 12 con relación a la pieza a soldar por resistencia 14. Es necesario que se mantenga el movimiento relativo entre el electrodo 12 y la pieza 14 mediante un motor de servo-alimentación adecuado. De esta manera, puede mantenerse en todo momento un espinterómetro de maquinado óptimo para corte continuo. El sistema de servo-alimentación también se controla por medio del computador programable 24. Un convertidor de información analógica a información numérica 32 va conectado al espinterómetro para recoger una señal representativa del voltaje de intervalo de separación y proporcionarla como lectura de entrada para comparación con el servo-voltaje de referencia preestablecido en el computador programable 24. La propia lectura de salida de servo-control se pasa a través de un convertidor numérico-analógico 34 representado. El convertidor de información analógica a información numérica 32 y el convertidor de información numérica a información analógica 34 son bien conocidos en la técnica electrónica y para los expertos en la materia. Ejemplos de tales convertidores se muestran en publicaciones tales como "Sourcebook of Electronic Circuits" por John Markus, publicado por McGraw-Hill Inc., 1968. Si el nivel de voltaje del espinterómetro es superior al nivel programado, enviará, por ejemplo, una pulsación de un milisegundo al sistema de servo-alimentación para iniciar su control a través de una servo válvula 33. En el caso de que el referido voltaje sea inferior al nivel programado, enviará una señal de un milisegundo diferente al circuito orde-

nándole de este modo que se retire. El ciclo repetido en este proceso es aproximadamente 1kHz de suerte que en efecto el valor contempla un voltaje de C.C. El sistema de interrupción, de acuerdo con la operación del computador programable 24, es
5 único en el sentido de que para cada posible graduación de periodo de separación en el generador correspondiente 20 se dispone un grupo acumulado de valores de periodo de inactividad de aproximadamente diez en número. Cuando se computa el periodo de inactividad, se multiplica por dos y se acumula, se vuelve a multiplicar por dos y se acumula, hasta acumular finalmente un total de diez valores. Por ejemplo, con un tiempo de inactividad igual a cinco microsegundos, se obtendrían los siguientes valores acumulados:

	Periodo de separación o inactividad	=	5 μ S
15	Factor 2		10 μ S
			20 μ S
			40 μ S
			80 μ S
			160 μ S
20			320 μ S
			640 μ S
			1280 μ S
			2560 μ S
			5120 μ S

25 Cuando el voltaje del espinterómetro es controlado y comparado con los índices preestablecidos correspondientes, se inscribe el nuevo periodo de interrupción y de separación en el generador en periodo de separación 20. Por ejemplo, con un periodo de separación de cinco microsegundos para unos límites de corte
30 normales de 40-50 voltios, se obtendrían los siguientes pe-

periodos de interrupción y separación para los diferentes valores de voltaje del espinterómetro que podrían producirse:

	Voltaje:	35 - 40	10 μ s.
		30 - 35	20 μ s
5		25 - 30	40 μ s
		20 - 25	80 μ s
		15 - 20	160 μ s
		10 - 15	320 μ s
		7 - 10	640 μ s
10		5 - 7	1280 μ s
		3 - 5	2560 μ s
		0 - 2	5120 μ s

Nos referimos ahora al gráfico de voltaje del espinterómetro de la fig. 2 y la representación de forma de onda de pulsaciones de la fig. 3. Por ejemplo, cuando el voltaje del espinterómetro desciende a aproximadamente 20 voltios, se dispondría un periodo de separación de electrodo de aproximadamente 80 microsegundos, según se muestra en la fig. 2. La reanudación de la operación normal daría los periodos normales de contacto-separación de cinco microsegundos en la siguiente pulsación de la derecha representada en la fig. 3. Asimismo, cuando el voltaje del espinterómetro se aproxima al nivel de 10 voltios, se dispondría un periodo de separación o inactividad mucho mayor de 320 microsegundos según se ilustra aproximadamente por las representaciones de las figs. 2 y 3. De esta manera, existe una limitación de corriente sensiblemente mayor cuando se producen sucesivamente descensos de voltaje en el espinterómetro.

Hacemos ahora referencia a la representación esquemática de fases simplificada del computador programable 24 que

se incorpora como un microprocesador. Los componentes principales incluyen el cronómetro y sistema de sincronización 26 y los archivos de memoria 37 ya representados en relación con la fig. 1. Se comprenderá que puede disponerse un crono y sincronización de sistema 26 que accione no solamente el computador programable 24 sino también los elementos adicionales del circuito, tales como el generador en periodo de contacto 18 y el generador en tiempo de separación o inactividad 20. Las lecturas de entrada de control al computador programable 24 se proporcionan en el ángulo izquierdo superior del plano a través de un conductor de entrada 100. Estas lecturas de entrada de control pueden incluir, por ejemplo, señales de interrupción o las lecturas de entrada de señales a partir del pulsador de entrada de datos 28a de la fig. 1. En el terminal XX se dispone asimismo lo necesario para recibir datos de entrada procedentes de las unidades periféricas, por ejemplo, a partir del dispositivo de lectura de entrada de control 22. Alternativamente, se reciben datos de entrada a partir de los archivos de memoria 37 del computador o a partir de órganos de memoria externos agregados al sistema. Estos datos de entrada se reciben y se pasan a una fase separadora de datos de entrada 102. Una vía de datos bidireccional 104 conecta la unidad de registro y lógica aritmética (RALU) 110 a la vía de datos. Direcciones y datos son transferidos desde la fase separadora de datos 102 a la fase de datos de salida separados 106. La lectura de salida de datos separados es llevada a los perforadores del conector de borde de tarjetas para realizar la función de transferir datos al sistema de limitación de corriente 16, el generador en periodo de contacto 18, el generador en periodo de separación 20, el control de polaridad 30 y el servomecanismo 33.

Las direcciones son también conducidas al órgano de memoria 37 a través de un registro respectivo 107. Se dispone comunicación entre una fase de memoria de lectura solamente de control 108 y la unidad de registro y lógica aritmética 110 sobre una vía de control. Las operaciones del sistema son controladas por la memoria de lectura solamente de control (CROM) 108. Este control es efectuado mediante rutinas que constituyen el microprograma acumulado en el órgano de memoria de lectura solamente de la CROM 108. El microprograma efectúa la estructuración de microinstrucciones que comprenden las instrucciones establecidas para el computador programable. Se comprenderá que la unidad de registro y lógica aritmética 110 forma la sección aritmética del computador programable 24.

Una nueva fase separadora de datos 112 se incluye entre la fase separadora de datos de salida 106 y un terminal de entrada para la memoria de lectura solamente de control 108. El transmisor de señalizaciones de control y vibraciones condicionales 114 posee una pluralidad de lecturas de salida de señalizaciones y lecturas de salida adicionales. La forma detallada de operación y ciclos de sincronización, descodificadores y similares para el computador programable 24 se describen y explican en detalle en la publicación "IMP-16C Application Manual", fechada Enero 1974, publicada por National Semiconductor Corporation of Santa Clara, California. En interés de brevedad y precisión, no se reproducirá aquí el material que es bien conocido para los expertos en las técnicas de computadoras.

El computador programable 24 incluye también provisión en cada módulo de potencia que protege contra fallos de los transistores de salida que pudieran producirse en uno o varios de los circuitos de energía 10, 10a. En tanto que la

fig. 1 incluye la representación detallada de un solo módulo de salida y un solo circuito de energía 10, es frecuentemente necesario proporcionar cierto número de módulos de salida 10, 10a y aún otros, que pueden ser conectados en paralelo, para una operación de elevado amperaje en el corte o utilizados por separado para maquinado por electroerosión con diferentes electrodos o diferentes segmentos de electrodo en una operación de maquinado por electroerosión de tipo hendidura. Es importante que en el caso de que el transistor u otro conmutador electrónico utilizado falle en uno de los circuitos de potencia de salida 10, 10a, el computador programable 24 controle apropiadamente la lectura de salida de suministro de energía. En el caso de un fallo, el computador programable 24 recibiría una señal procedente de una línea de situación de módulos 35 o 35a, y facilitaría después una señal de control de selección de datos a los registros de memoria 37 en los cuales se halla pre-
acumulado un programa de análisis de fallos. Típicamente, un programa de análisis de fallos proporcionaría un ciclo de desconexión, leería sucesivamente todas las líneas de situación de módulos, como la línea de situación 35 o 35a, para determinar qué módulo se encuentra en condición de fallo, mostraría la ubicación del módulo objeto de fallo en el panel frontal de suministro de energía típicamente a través de un juego de luces de situación de módulos, y después desconectaría el módulo averiado en espera de una señal de comienzo de ciclo a partir del operador mediante el accionamiento de un pulsador de iniciación de ciclo 28 dispuesto en la máquina herramienta. El operador observaría entonces el número de módulos de salida fallados y aumentaría a un grado aproximado el establecimiento de límite de corriente en los restantes módulos buenos y

después reanudaría el ciclo, continuando por tanto el corte aun cuando pudieran estar presentes varios módulos estropeados en el suministro de energía. De esta manera, los módulos de salida objeto de fallo o circuitos de energía 10, 10a no serían conectados de nuevo hasta que la máquina se halle completamente parada. Cuando se conecte y recicle de nuevo el suministro de energía, por ejemplo, al día siguiente, aparecerá de nuevo una indicación del módulo averiado o líneas del circuito de energía 10, 10a y los módulos serán desconectados nuevamente por el computador programable 24. En un tipo de operación ejemplar, como sigue, la lectura de entrada del operador sería igual a un límite de graduación de corriente particular, y los registros de memoria 37 contendrían una fijación de frecuencia para tal límite de graduación de corriente que, por ejemplo, podría ser 100 kHz:

$$\text{Entonces } T = \frac{1}{F} = \frac{1}{100 \text{ kHz}} = 10 \mu \text{ s}$$

A continuación se efectuaría la comparación en el computador programable 24 a la lectura de entrada inscrita por el operador para el periodo de contacto que, por ejemplo, podría haber sido nueve microsegundos. El operador ha inscrito y está principalmente preocupado con parámetros del espinterómetro tales como sobrecorte y acabado para los cuales son factores determinantes los periodos de contacto y las graduaciones de límite de corriente. El computador programable 24 no cambiaría estos parámetros. Sin embargo, el computador programable 24 tomaría después T como igual a diez microsegundos y restaría los nueve microsegundos de la lectura del operador, siendo el resto un microsegundo. Luego tomaría el tiempo de contacto inscrito del operador y calcularía el tiempo mínimo de inactividad para facilitar un índice contacto-separación de 8:1 o 1,25 microsegundo-

dos redondeado a 2 microsegundos. El computador programable 24 compararía después la lectura de entrada de tiempo de separación o inactividad del operador que puede haber sido 5 microsegundos con el cálculo de 1 microsegundo y 2 microsegundos y finalmente tomaría el valor mayor para el periodo de separación o inactividad de la operación. Como alternativa, el operador podría dejar que el computador programable 24 calcularse el tiempo de separación o inactividad por él inscribiendo cero. La operación de periodo de separación o inactividad en tal caso habría sido 2 microsegundos. Los tiempos de ciclo ejemplares utilizados en el maquinado por electroerosión son los siguientes:

Corte o interrupción	0,2 ms
Servo	0,100 ms
Fallo de transistor	20 μ s

El sistema de la fig. 1 incluye además un transformador sensor de corriente del espinterómetro 36 que se utiliza para obtener una lectura de salida representativa del nivel de corriente del espinterómetro a través de un convertidor de información analógica a información numérica 38, que a su vez proporciona su lectura de salida al computador programable 24.

Se observará que por medio de la invención se aporta un sistema de control por adaptación perfeccionado para maquinado por electroerosión, que incluye entre otras características nuevas un sistema computador programable perfeccionado que utiliza lecturas de entrada proporcionadas por el operador y lecturas de entrada de datos de registro de memoria para controlar y ajustar de forma apropiada importantes parámetros de funcionamiento del espinterómetro a lo largo y ancho de una operación de maquinado por electroerosión.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1.- Mejoras introducidas en un método y su correspondiente aparato de maquinado por electroerosión comprendiendo dicho aparato un conmutador electrónico de salida conectado funcionalmente entre una fuente de energía y un espinterómetro EDM que incluye un electrodo y una pieza a soldar por resistencia para proporcionar pulsaciones de potencia de maquinado
10 a la misma, un sistema limitador de corriente funcionalmente conectado al conmutador de salida para limitar la corriente máxima de las pulsaciones de potencia de maquinado que se suministra al espinterómetro, un generador de pulsaciones numéricas con periodos de contacto y separación del electrodo controlables y un sistema de servo-alimentación, caracterizadas
15 dichas mejoras del aparato porque comprenden:

una fase de entrada de datos funcionalmente conectada al espinterómetro;

20 una unidad de almacenamiento de datos en la memoria para almacenar datos de entrada de control previamente acumulados para operaciones EDM semejantes; y

un computador programable funcionalmente conectado a dicho generador de pulsaciones y que controla el mismo, incluyendo dicho computador programable una unidad de memoria de
25 lectura solamente, siendo operable dicho computador programable para determinar la frecuencia máxima de funcionamiento del generador de pulsaciones en respuesta a diferencia habida entre los datos transferidos de dicha unidad de memoria a dicha
30 unidad de memoria de lectura solamente y los datos entrados en dicha unidad de memoria a partir de dicha fase de entrada de



datos conectada al espinterómetro, con lo cual se controla la frecuencia máxima con respecto al establecimiento del límite de corriente.

5 2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicho sistema de servo-alimentación se halla además sometido a control por parte de dicho computador programable y en la cual un convertidor de información analógica a información numérica se halla conectado en una posición intermedia entre el espinterómetro y el computador para derivar
10 una señal procedente de aquél y compararla con un voltaje de referencia servo preestablecido en dicho computador, siendo dicho computador operable para enviar una señal de alimentación descendente al sistema servo-alimentador respondiente a una
15 condición de voltaje del espinterómetro más elevado que el voltaje de referencia preestablecido, siendo además operable dicho computador para enviar una señal de retirada al sistema de servo-alimentación respondiente al hecho de que el voltaje del espinterómetro es inferior al voltaje de referencia preestablecido.

20 3.- Mejoras según la reivindicación 1 caracterizadas porque se incluyen una pluralidad de espinterómetros EDM y conmutadores electrónicos para facilitar una operación de maquinado por electroerosión múltiple, y en la cual una línea de posición de módulo va conectada en posición intermedia entre cada uno de
25 dichos espinterómetros y dicho computador programable para proporcionar una señal de fallo en respuesta al mal funcionamiento de un conmutador de salida electrónico asociado a cualquiera de dichos espinterómetros, siendo operable dicho computador programable para iniciar la operación de un análisis de dicho mal funcionamiento y un programa de señalización en pantalla res-

30

pondiente a la recepción de dicha señal de fallo.

5 4.- Mejoras según la reivindicación 1 caracterizadas porque, dicho sistema de servo-alimentación incluye un dispositivo de control accionado eléctricamente y operable en respuesta a diferencia habida entre un nivel de voltaje de referencia acumulado en dicho computador programable y un nivel de voltaje detectado en el espinterómetro.

10 5.- Mejoras según la reivindicación 1 caracterizadas porque se conecta funcionalmente al espinterómetro una fase de control de polaridad para preestablecer selectivamente la polaridad del electrodo con relación a la pieza a soldar por resistencia en respuesta a otra señal de control proporcionada a partir de dicho computador programable.

15 6.- Mejoras según la reivindicación 1 caracterizadas porque, se dispone una fuente común de pulsaciones cronométricas para sincronizar la operación del computador programable y el funcionamiento en periodos de contacto y de separación de dicho generador de pulsaciones, respectivamente.

20 7.- Mejoras introducidas en un método y su correspondiente aparato de maquinado por electroerosión, según las reivindicaciones 1 a 6, cuyas mejoras en dicho método se caracterizan porque comprenden las fases de:

- 25
- a) controlar por separado los periodos de contacto y separación de las pulsaciones de potencia de maquinado que se hacen pasar al espinterómetro; y
 - b) en respuesta a cortocircuito en el espinterómetro, aumentar el período de separación del electrodo en fases incrementales previamente computadas para facilitar los cambios en el periodo de contacto correspondiente por la duración de dicho cortocircui-

to del espinterómetro.

5 8.- Mejoras según la reivindicación 7, que incluyen la nueva fase de cambiar selectivamente la polaridad del espinterómetro y en la cual, de acuerdo con dicho cambio, se computa de nuevo el valor del periodo de contacto y separación del electrodo antes de cada reciclado de la operación de maquinado EDM.

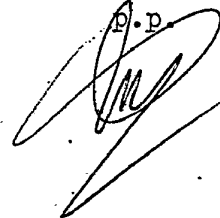
10 9.- Mejoras según la reivindicación 8, en las que se dispone la nueva fase de control de servo-alimentación de los elementos espinterómetro-herramienta y pieza a soldar por resistencia.

15 10.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita por: MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE MAQUINADO POR ELECTROEROSION.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinticuatro páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 19 de Enero de 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.P.


25

30

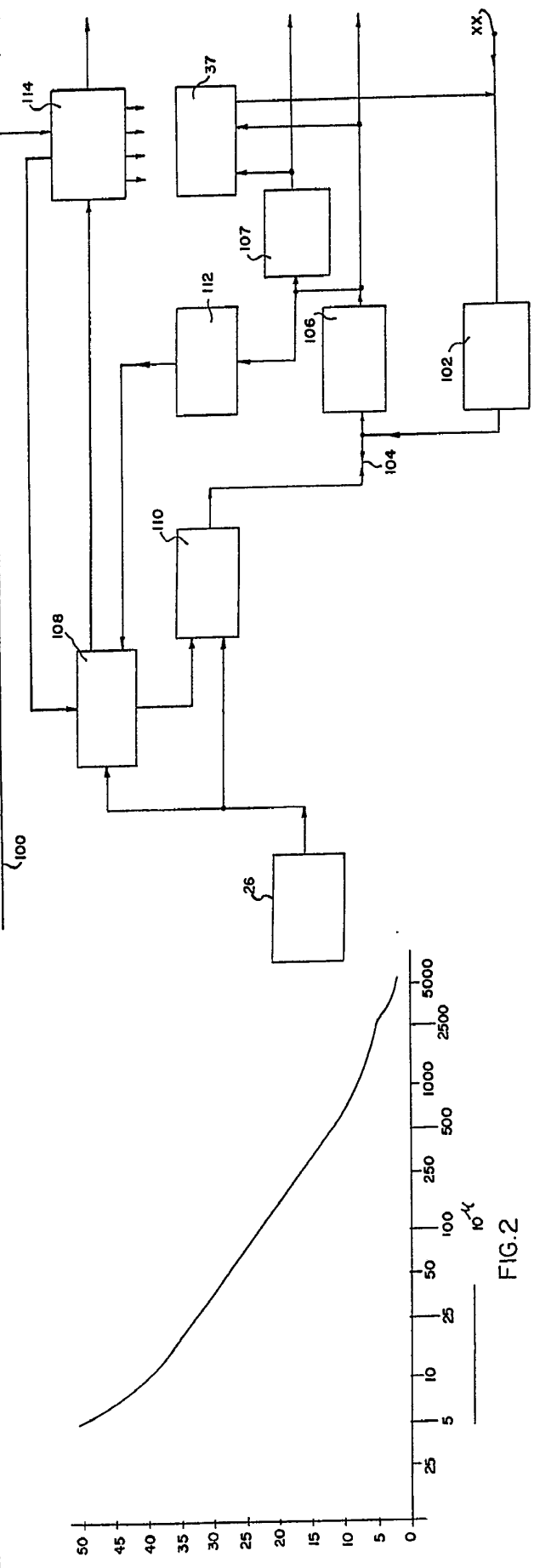



FIG. 2

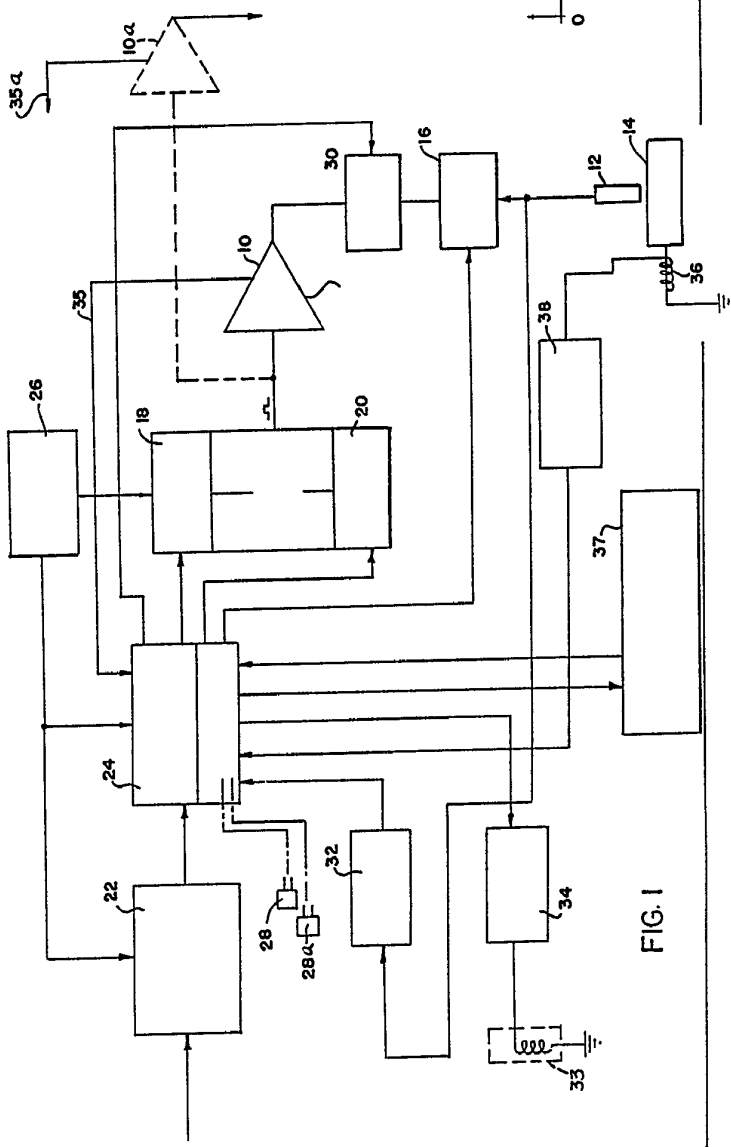


FIG. 1

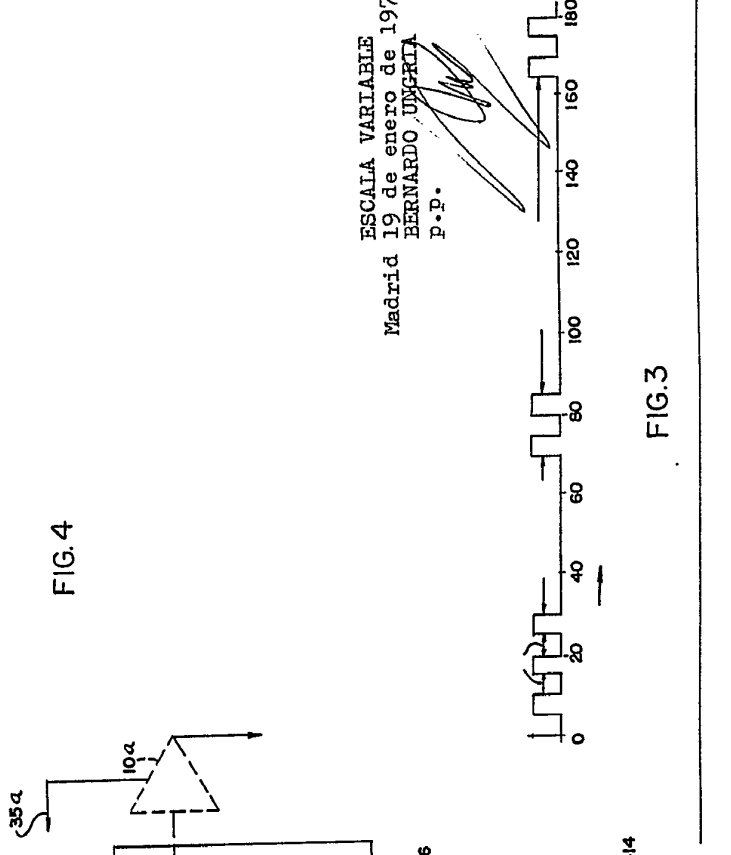


FIG. 3

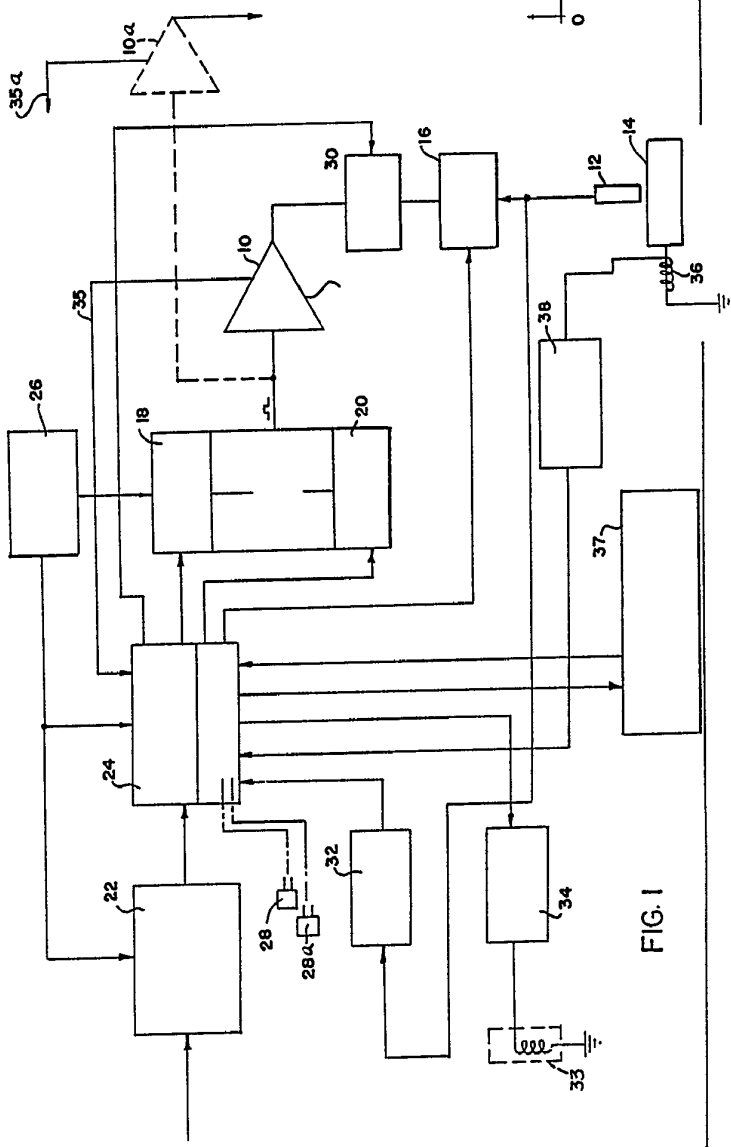


FIG. 4

ESCALA VARIABLE
 Madrid 19 de enero de 1977
 BERNARDO UNGRIA
 P.D.

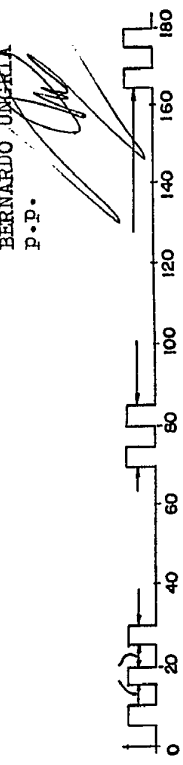


FIG. 3

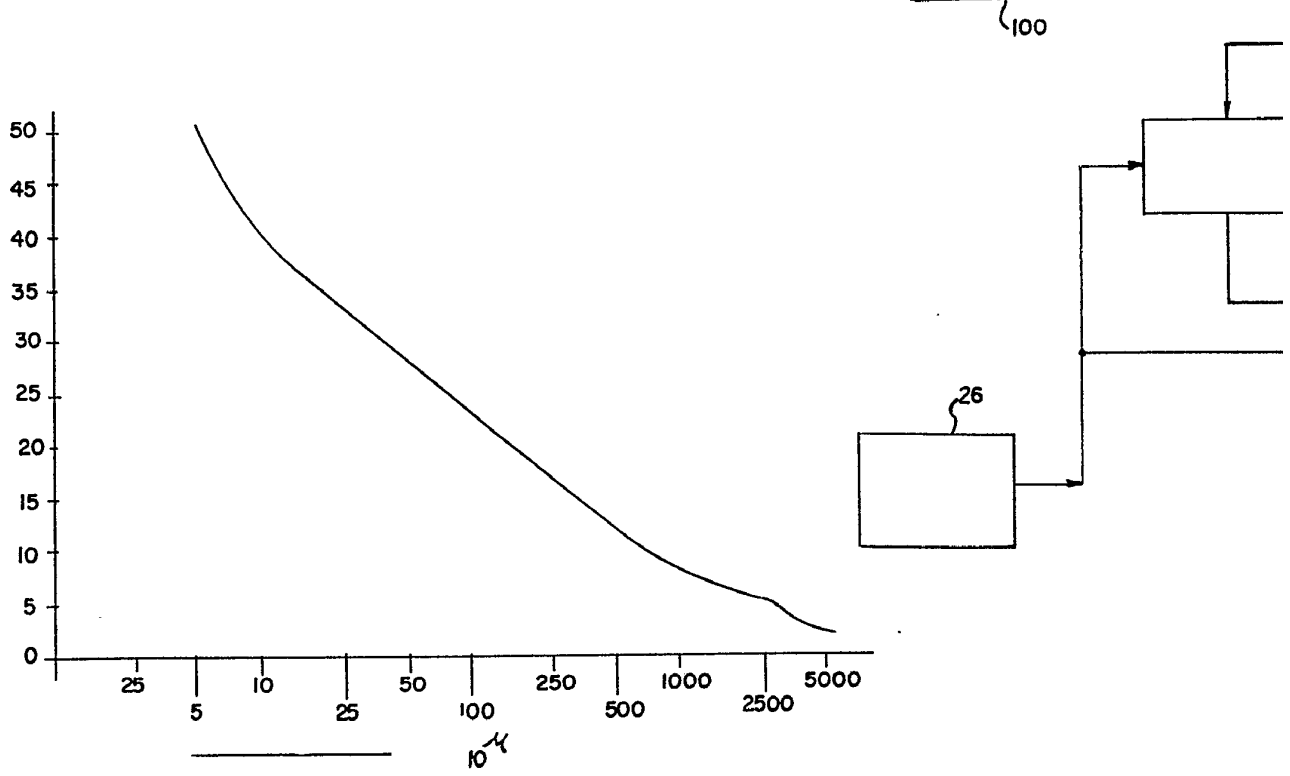


FIG. 2

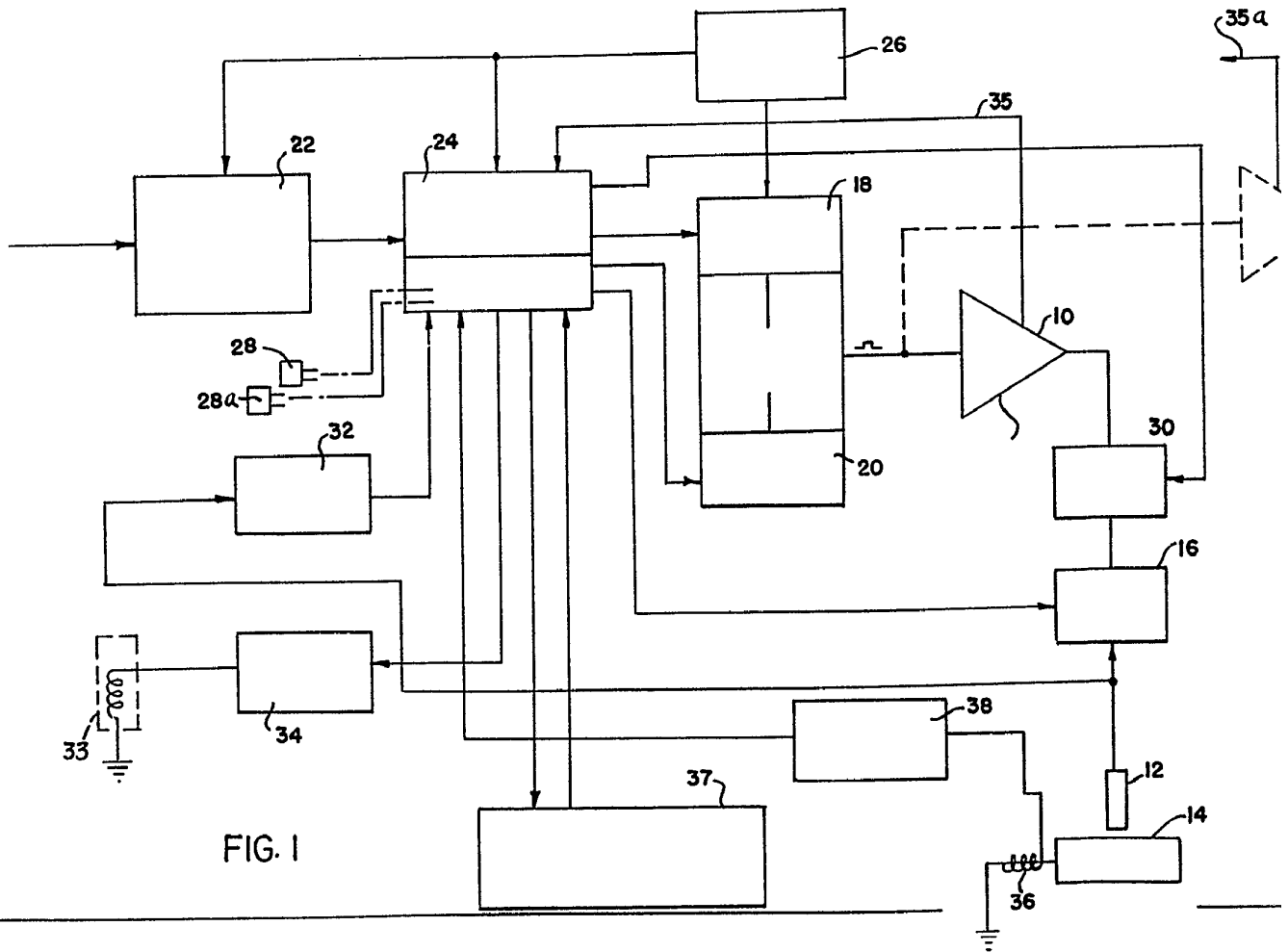


FIG. 1

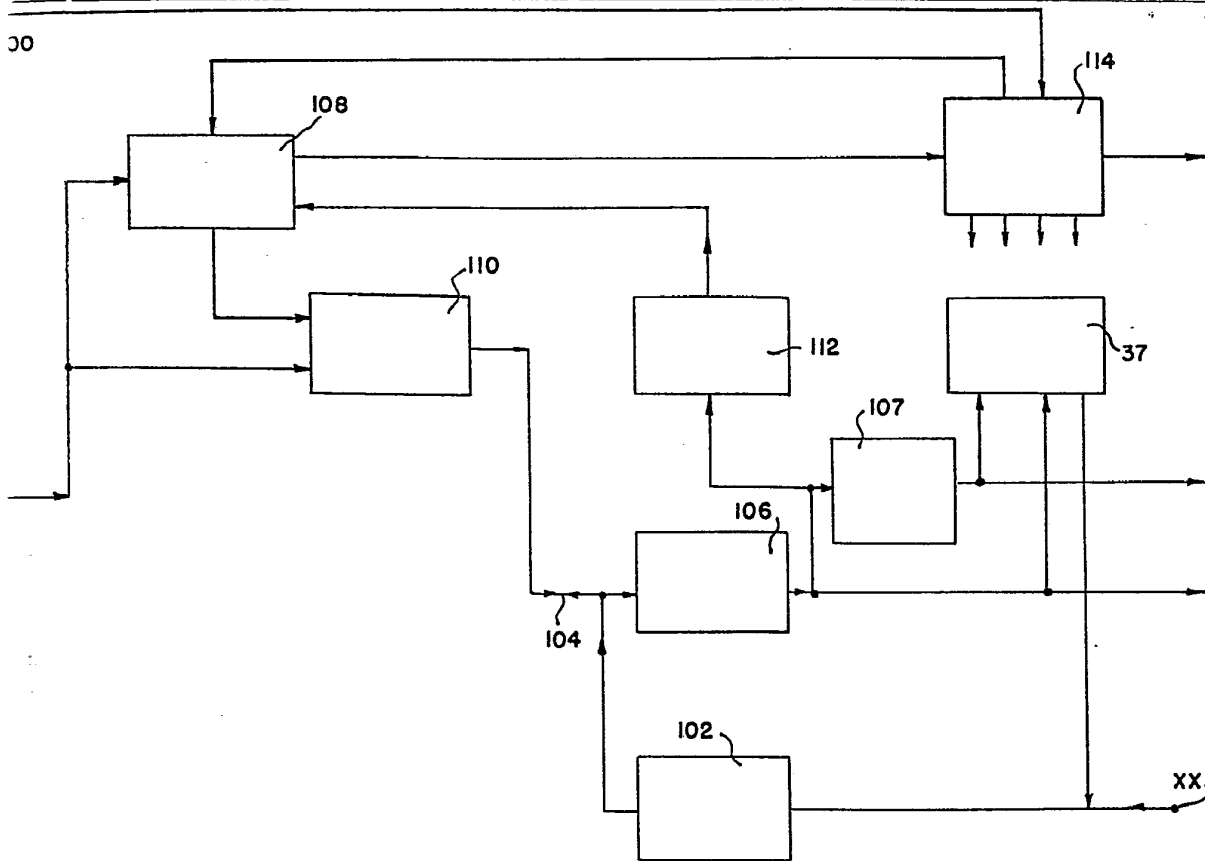


FIG. 4

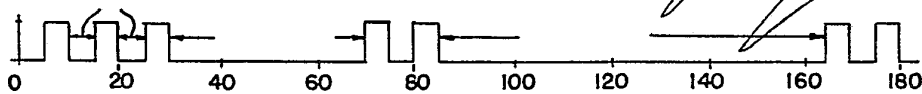
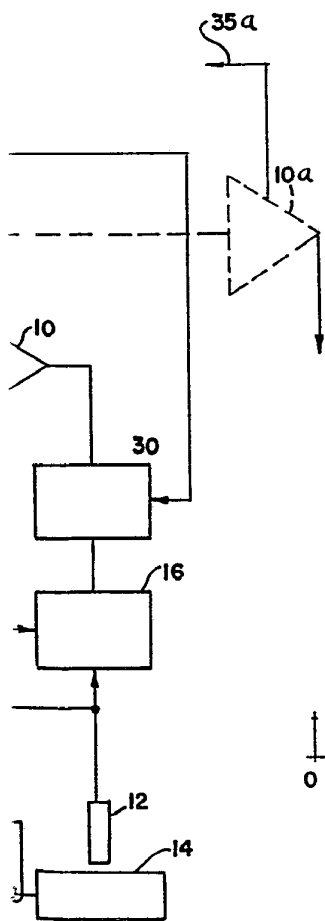


FIG. 3

ESCALA VARIABLE
 Madrid 19 de enero de 1977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.